

УДК 691.58:668.3

КЛЕЕВАЯ АНКЕРОВКА АРМАТУРНЫХ СТЕРЖНЕЙ АКРИЛОВЫМИ КЛЕЯМИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ФУНДАМЕНТА ЖИЛОГО ДОМА

КЛЕЙОВА АНКЕРОВКА АРМАТУРНИХ СТЕРЖНІВ АКРИЛОВИМИ КЛЕЯМИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ФУНДАМЕНТУ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

ADHESIVE ANCHORING OF ARMATURE BAR AT ACRYLIC GLUE RECONSTRUCTION OF FOUNDATION HOME

Бабаев В.Н., доктор наук, Золотов М.С., к.т.н., проф., Шишкин Э.А., к.т.н. (Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, г. Харьков)

Бабаєв В.Н., доктор наук, Золотов М.С., к.т.н., проф., Шишкін Е.А., к.т.н. (Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, м. Харків)

Babaev V.N., doctor of sciences, Zolotov M.S., the candidate of technical sciences, professor, Shishkin E.A., the candidate of technical sciences (O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv)

Приводятся результаты опытно-промышленного внедрения технологии клеевой анкеровки арматурных стержней акриловыми клеями при реконструкции фундамента жилого дома.

Наводяться результати дослідно-промислового впровадження технології клейового анкерування арматурних стержнів акриловими клеями при реконструкції фундаменту житлового будинку.

The results of experimental and industrial technology implementation adhesive anchoring armature bar acrylic glue in the reconstruction of foundation house.

Ключевые слова:

Арматурный стержень класса А500С, бетон, акриловый клей, напряжения, клеевая анкеровка.

Арматурний стержень класу А500С, бетон, акриловий клей, напруження, клейова анкерівка.

Armature bar of class of А500С, concrete, acrylic glue, tensions, glue anchoring.

Несмотря на то, что уже достаточно широко используются акриловые композиции для соединения конструкций, накоплен очень большой опыт применения клеев в различных модификациях для использования их в жилищном, общественном и промышленном строительстве для соединения или восстановления несущей способности различного рода конструкций [1, 2, 3],

однако данных об анкеровке арматурных стержней класса А500С с использованием акриловых клеев недостаточно. Связано такое положение дел с тем, что еще до недавнего времени в нашей стране использовали арматурный прокат класса А-III. В настоящее время те, кто связаны с проектированием и непосредственно с возведением бетонных и железобетонных конструкций, пользуются старыми нормами, соответствующими арматуре А-III, что недопустимо. В целом, использование анкеровки позволяет снизить сроки строительства и реконструкции зданий и сооружений. В некоторых случаях применение клеевой анкеровки является практически единственным возможным способом реконструкции и ремонта ряда конструкций. Поэтому установка арматурных стержней при помощи акриловых клеев в пробуренные скважины в готовых или существующих фундаментах, бетонных или железобетонных конструкциях является наиболее прогрессивным способом анкероустановочных работ. Себестоимость их установки в несколько раз ниже себестоимости установки арматурных стержней традиционными способами (вырубка специальных колодцев в бетоне, установка в них арматуры с последующим забетонированием).

Крепление арматурных стержней на готовых или существующих бетонных или железобетонных конструкциях с использованием различных эпоксидных, силиконовых, а особенно акриловых клеев является наиболее прогрессивным, экономически оправданным и менее трудоемким [3].

Как за рубежом, так и на Украине накоплен большой опыт применения клеевой анкеровки арматурных стержней для анкероустановочных работ при реконструкции, ремонте и усилении бетонных и железобетонных конструкций [3, 4, 5]. Преимущества такой анкеровки заключается в следующем:

- снижаются сроки ремонта и реконструкции зданий и сооружений;
- уменьшается энерго – и материалоемкость работ;
- снижается стоимость и трудоемкость работ;
- возможность установки арматурных стержней в разных погодных условиях;
- в некоторых случаях этот метод является практически единственно возможным (например: изменение геометрических размеров фундамента на небольшую величину при значительных увеличениях нагрузок);
- простота, надежность и высокая технологичность производства работ;
- возможность прикладывать проектные нагрузки на реконструируемые и усиленные конструкции и участки через 6-24 часа, а не 72 часа как для конструкций усиленных обычным способом;
- крепление арматурных стержней в существующих бетонных и железобетонных конструкциях с использованием акрилового клея является экономически оправданным и наиболее прогрессивным;
- акриловый клей малокомпонентен, прост и надежен в приготовлении. Завод-изготовитель поставляет компоненты клея в комплекте, что облегчает организацию обеспечения анкероустановочных работ;

- акриловый клей является экологически безопасным веществом и не оказывает никаких воздействий на человека и окружающую среду.

Особенно значительное преимущество дает применение акриловых клеев, позволяющих значительно снизить стоимость и трудоемкость анкероустановочных работ, производить установку арматурных стержней при различных погодных условиях и во влажный бетон. Она может осуществляться по двум (см. рис. 1) технологическим схемам, в основном благодаря низкой вязкости акриловых клеев. Простота и надежность, низкая стоимость и высокая технологичность предлагаемой клеевой анкеровки арматурных стержней серповидного профиля класса А500С позволяет рекомендовать его к широкому применению в строительстве. Этот вид анкеровки успешно внедрен на стройках и предприятиях. Следует отметить, что восстановление и усиление конструкций требует значительно меньше затрат, чем замена их новыми и производится обычно без либо с кратковременной остановкой производственных процессов.

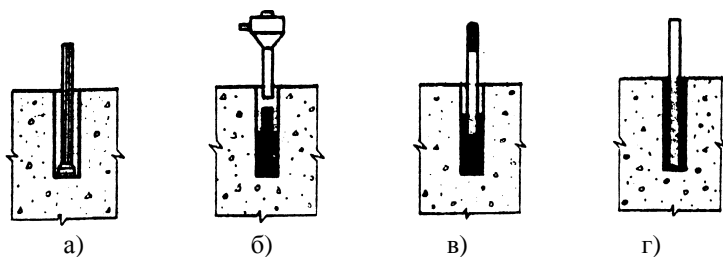


Рис. 1. Установка арматурных стержней: а – бурение шпуров; б – заливка акрилового клея в шпуры; в – установка арматурного стержня в шпуры; г – установка арматурного стержня в проектное положение.

Подготовка поверхности бетона для анкеровки и нанесения акрилового клея. Одной из первых операций при анкеровке арматурных стержней класса А500С при помощи акриловых клеев является подготовка поверхности бетона соединяемых элементов, которая осуществляется в такой последовательности: очистка поверхностей от пыли, загрязнений и масляных пятен, удаление наледей и влаги, при этом бетон может иметь влажность до 100%. Поверхности бетона перед производством работ проверяют на наличие пустот простейшим способом – простукиванием. Места, издающие глухой звук расчищают от поврежденного бетона.

Очистку поверхности бетона при небольших объемах работ производят проволочными щетками или механизированным ручным инструментом, а при выполнении очень больших объемов работ – пескоструйными аппаратами; обеспыливание – сжатым воздухом.

В случае соединения старого бетона с новым, поверхности существующего фундамента или других конструкций, подвергающихся ранее воздействию

агрессивных сред, предварительно тщательно промывают чистой водой, а при воздействии агрессивной кислой среды на бетон его поверхность нейтрализуют 4...5%-ным раствором кальцинированной соды с последующей промывкой чистой водой.

Способы приготовления и определения необходимого количества акрилового клея. Приготовление акрилового клея осуществляют в следующей последовательности. Необходимое количество (полимера) порошка, жидкости (мономера) и кварцевого песка отвешивают в отдельной емкости. Смешивание компонентов можно производить вручную либо в растворомешалках различного типа. Вручную приготавливают замесы до 10 кг, а в растворомешалках – до 150 кг.

При ручном приготовлении смеси в емкость заливают жидкость и в нее добавляют порошок. Затем производят периодическое перемешивание металлической или деревянной лопаткой до набухания порошка в жидкости, после чего вводят наполнитель – кварцевый песок, при этом перемешивание необходимо производить непрерывно.

Момент набухания порошка в жидкости определяют получением однородной и одноцветной сметанообразной массы. Время перемешивания акрилового клея после введения наполнителя составляет 3...5 мин. (в зависимости от количества приготавливаемого клея) до достижения равномерного распределения зерен песка в его объеме.

При механическом приготовлении акрилового клея в растворомешалке последовательность операций аналогична как и при ручном приготовлении. Однако процесс набухания порошка в жидкости должен сопровождаться кратковременным включением растворомешалки в течении 20...25 сек. через 3...5 мин.

Из описанного выше можно утверждать, что приготовление акрилового клея вполне возможно осуществлять непосредственно на строительной площадке.

Ориентировочное время набухания порошка (полимера) в жидкости (мономере) связующего составляет при температуре окружающей среды от 15⁰С до 25⁰С около 15 минут. Технологическая жизнеспособность акрилового клея составляет около 0,5...1,5 часа [6, 7].

В связи с ограниченной технологической жизнеспособностью акрилового клея [8], его приготавливают после окончания всех работ, связанных с подготовкой поверхностей для анкеровки и склеивания, а в случае увеличения размеров, например, фундаментов должна быть готова бетонная смесь.

Время отверждения акрилового клея зависит от температуры окружающей среды. Данные о соответствии соотношения температуры воздуха окружающей среды ко времени технологического использования акрилового клея приведены в табл. 1.

Таблица 1

Соотношения температуры воздуха окружающей среды ко
времени технологического использования акрилового клея

Температура воздуха, t0C	Время отверждения акрилового клея час
от 0 ⁰ C до 10 ⁰ C	до 24 часов
от 11 ⁰ C до 15 ⁰ C	до 12 часов
от 16 ⁰ C до 21 ⁰ C	до 10 часов
от 21 ⁰ C и выше	до 6 часов

Экспериментально [4, 5, 9, 10] установлено, что при выполнении всех производственно-технологических и технических требований клеевое соединение с анкеровкой арматурных стержней при соединении старого бетона со старым обеспечивает водонепроницаемость и равнопрочность стыка, что вполне справедливо и для соединения старого бетона с новым. Испытания таких соединений подтверждают, что клеевой шов по прочности, водонепроницаемости, водостойкости, морозостойкости и атмосферостойкости превосходит соединения омоноличенные цементными композициями.

Экология и техника безопасности. Один из составляющих акрилового клея – отвердитель (ММА) является веществом общедовоитого действия со специфическим запахом. Пары его раздражают верхние дыхательные пути и, попадая на кожу, вызывают раздражение. Компонент отвердителя (ММА) диметиланилин является горючей жидкостью и оказывает негативное воздействие на центральную нервную систему человека. Температура, при которой возникает вспышка диметиланилина равна 52⁰C, а температура воспламенения равна 400⁰C.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) паров метилметакрилата, согласно санитарным нормам, в воздухе рабочей зоны не должна превышать 10 мг/м³. Пары жидкости акриловых клеев с воздухом образуют взрывоопасные смеси (категория взрывоопасной смеси группы Б). Не допускается применять ММА для обезжиривания, а также для мытья рук.

Все рабочие помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией или хорошо проветриваться. В качестве индивидуальных средств защиты можно использовать фильтрующие противогазы (марки «А» или «БКФ») и защитные очки.

Компоненты акриловой пластмассы (порошок и жидкость) хранят в местах, защищенных от воздействия прямых солнечных лучей и атмосферных осадков, при температуре хранения 25⁰C.

В местах, где проводят работы с акриловыми клеями, должны быть устранены все источники воспламенения: открытое пламя, раскаленные поверхности, искры от электрооборудования и сварки. Поэтому, к работам, связанным с акриловыми клеями, допускаются рабочие, прошедшие медицинский осмотр и инструктаж по технике безопасности производственной санитарии.

Рабочие, работающие с клеями, периодически обязаны проходить медицинский осмотр. Рабочие, занятые приготовлением акриловых клеев из их составляющих должны быть обеспечены спецодеждой: комбинезонами, резиновыми фартуками, резиновыми перчатками, защитными очками и противогазами. Все операции по приготовлению акрилового клея следует производить в хорошо проветриваемом помещении. Капли отвердителя или акрилового клея, попавшие на кожу или в глаза должны быть немедленно сняты тампоном, смоченным ацетоном или спиртом, после чего пораженное место необходимо промыть большим количеством воды, также желательно обращение к врачу. Прием пищи, на производственных местах, где ведутся работы, связанные с акриловыми клеями, запрещается.

В отвержденном состоянии акриловый клей является экологически безопасным веществом (камнеобразным) и не оказывает никаких воздействий на человека и окружающую среду. Согласно ТУ 64-2-226-90 [11] акриловый клей может применяться в различных областях строительства в качестве конструкционного и реставрационного материалов.

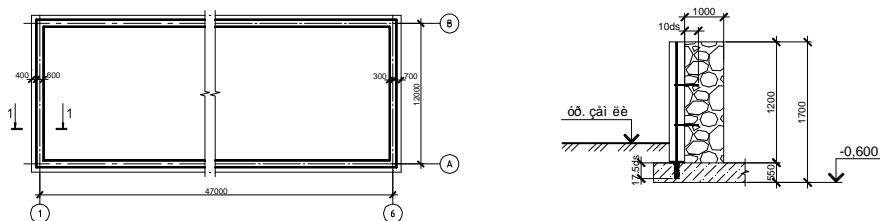
Опытно-промышленное внедрение. Для подтверждения проведенных в Харьковском национальном университете городского хозяйства имени А.Н. Бекетова исследований [3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13] и вышеперечисленных преимуществ метода анкеровки арматурных стержней серповидного профиля класса А500С с закреплением их в теле бетона акриловым клеем было проведено опытно-промышленное внедрение при реконструкции жилого дома (г. Енакиеве).

В состав реконструкции жилого дома входили работы по увеличению площади поперечного сечения фундамента с последующим увеличением его несущей способности. Обследованием установлено, что тело фундамента находится в неудовлетворительном состоянии. На площади поверхности фундамента наблюдается некоторое разрушение бетона конструкции.

Цель опытно-промышленного внедрения состояла в том, что бы восстановить несущую способность ленточного железобетонного фундамента путем увеличения площади его поперечного сечения. Соединение старого фундамента со свежееуложенным бетоном произвести при помощи клеевой анкеровки арматурных стержней.

Технологический процесс усиления фундамента проходил следующим образом:

- бетонную подушку и поверхность фундамента очистили от грунта, мусора и пыли;
- выполнили разметку шпуров под установку арматуры (рис. 2). Согласно представленной схеме, шпуров располагаются вдоль всего периметра фундамента в 1 ряд с шагом 300 мм;



1-1

Рис. 2. – Схема ленточного фундамента реконструируемого жилого дома.

- в бетонной подушке пробурили вертикальные шпury (рис. 3) на глубину $\sim 400\text{мм}$, что составляет не менее $17,5d_s = 17,5 \times 20 = 350\text{мм}$ и диаметром 30мм;
- произвели заготовку арматурных стержней в количестве 1180шт;
- шпury заполнили модифицированным акриловым клеем. Клей изготавливали на строительной площадке. Заливали клей самотеком;
- арматурные стержни Ø20 A500C устанавливали вертикально, медленным погружением в шпury заполненные клеем;



Рис. 3. Пример реконструкции и усиления фундамента (установка арматурных стержней в пробуренные шпury).

- для обеспечения проектного положения арматурных стержней устанавливали кольцевые фиксаторы (рис. 4). После набора клеем проектной прочности, установленные стержни соединялись с горизонтально располагаемыми стержнями арматуры с помощью вязальной проволоки. Устойчивость изготовленной конструкции обеспечивали анкера, заделанные в стену фундамента акриловыми клеями (рис. 5);
- опалубку устанавливали из готовых деревянных щитов, следуя требованиям технических условий;
- поверхность бетонной подушки фундамента покрыли обычным акрило-

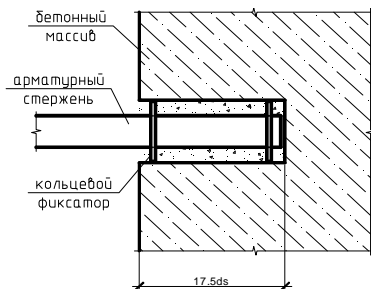


Рис. 4. Установка арматурного стержня в проектное положение при помощи кольцевого фиксатора. Внешний вид кольцевого фиксатора.

вым клеем, содержащим только акриловый полимер и наполнитель в виде кварцевого песка;

– укладку тяжелого бетона подвижностью 3 – 4см выполняли слоями с последующим уплотнением вибратором. Толщина уплотняемого слоя колебалась от 200мм до 600мм. Общий объем уложенного бетона в опалубку составил $47,2\text{м}^3$;



Рис. 5. Пример реконструкции и усиления фундамента (обеспечение устойчивости изготовленной конструкции, разопалубка конструкции).

– через 72 часа или 3-е суток произвели разопалубку конструкции (рис. 5).

Наблюдения за состоянием конструкции, поведением фундаментов и соединений железобетонных элементов, работающих под нагрузкой, которые продолжаются до настоящего времени, указывают на надежность анкерных соединений на акриловом клее.

1. Золотов С.М. Акриловые клеи для усиления, восстановления и ремонта бетонных и железобетонных конструкций / С.М.Золотов // Будівельні конструкції: зб. наук. праць.

Вип.59. – К.: НДІБК, 2003. – С.440-447; **2.** Золотов С.М. Инновационные материалы на основе акриловых полимеров для восстановления и ремонта конструкций объектов строительства и транспорта / С.М.Золотов // Инновационные технологии диагностики, ремонта и восстановления объектов строительства и транспорта: сб. науч. тр. Вып. 30. – Днепропетровск: ПГАБА, 2004. – С. 192-196; **3.** Золотов М.С. Опыт использования акриловых клеев для соединения строительных конструкций / М.С. Золотов, В.А. Скляров, С.М. Золотов, А.О. Гарбуз, Э.А. Шишкин, О.Н. Коремян // Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства: III международная науч.-техн. интернет-конф.: матер. конф. – Харьков, 2012. – С. 12-20; **4.** Золотов М.С. Прочность клеевой анкеровки арматурных стержней в железобетонные элементы / М.С. Золотов, А.О. Гарбуз, Э.А. Шишкин, О.Н. Коремян // XXXVI научно-техническая конференция преподавателей, аспирантов и сотрудников ХНАГХ. Часть 2.: матер. конф. – Харьков, 2012. – С. 165-167; **5.** Шутенко Л.Н. Разрушения клеевой анкеровки арматурных стержней серповидного профиля / Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов, В.А. Скляров, Э.А. Шишкин, О.Н. Коремян // Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве: X международная науч.-техн. интернет-конф.: матер. конф. – Харьков, ХНАГХ, 2012. – С.89-91; **6.** Бабаев В.Н. Влияние поперечных размеров арматурных стержней серповидного профиля класса А500С на напряженно-деформированное состояние анкерного соединения. / В.Н. Бабаев, М.С. Золотов, Э.А. Шишкин, В.А. Скляров, А.О. Гарбуз // Комунальне господарство МІСТ: наук.-техн. вісник. – Вип. 107 – Харків, 2013. – С. 27-32; **7.** Золотов М.С. Влияние глубины заделки арматурного стержня серповидного профиля на напряженно-деформируемое состояние анкерного соединения на акриловых клеях / М.С. Золотов, Э.А. Шишкин, В.А. Скляров // Комунальне господарство МІСТ: наук.-техн. вісник. – Вип. 105. – Харків, 2012. – С. 116-122; **8.** Пат. 10311А. Украина, МПК С 09J 133/04. Клеевая акриловая композиция / Л.Н. Шутенко, С.В. Волювач, М.С. Золотов, В.С. Волювач, С.М. Золотов, Э.А. Шишкин – № 53872; заявл. 23.03.2010; опубл. 25.10.2010; **9.** Бабаев В.Н. Экспериментальные исследования напряженного состояния клеевой анкеровки арматурных стержней серповидного профиля при кратковременном воздействии выдерживающего усилия профиля / В.Н. Бабаев, М.С. Золотов, Э.А. Шишкин, В.А. Скляров, А.О. Гарбуз // Науковий вісник будівництва Харківського державного технічного університету будівництва та архітектури. – Вип. 71. – Харків: ХОТВ АБУ, 2013. – С. 143-151; **10.** Золотов М.С. Прочность клеевой анкеровки арматурных стержней в железобетонные элементы / М.С.Золотов, Р.Б.Ткаченко // Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве: VII международная науч.-техн. интернет-конф.: матер. конф. – Харьков, 2007. – С.76 – 79; **11.** Пластмассы акриловые самотвердеющие. Технические условия: ТУ 64-2-226-90. [Введены 01.08.90]; **12.** Shishkin E.A. Stress and deformation state of glued anchorage of reinforcement bars of crescent type / E.A. Shishkin, M.S. Zolotov // Transcom 2013, section 7 – civil engineering, Slovak Republic, Žilina, 2013 – P. 279-283; **13.** Шишкин Э.А. Влияние на напряженно-деформированное состояние клеевой анкеровки арматурных стержней серповидного профиля класса А500С толщины клеевого слоя / В.Н. Бабаев, М.С. Золотов, Э.А. Шишкин, В.А. Скляров, А.О. Гарбуз // Ресурсосберегающие технологии и эффективное использование местных ресурсов в строительстве: межд. сб. научн. трудов. – Новосибирск, 2013. – С. 185-191.